

2006

Integrované obvody - Měření elektromagnetické
odolnosti, 150 kHz až 1 GHz -
Část 4: Metoda přímé injekce RF výkonu

ČSN
EN 621324

35 8798

idt IEC 62132-4:2006

Integrated circuits -

Measurement of electromagnetic immunity 150 kHz to 1 GHz -

Part 4: Direct RF power injection method

Circuits intégrés -

Mesure de l'immunité électromagnétique 150 kHz à 1 GHz -

Partie 4: Méthode d'injection directe de puissance RF

Integrierte Schaltungen -

Messung der elektromagnetischen Störfestigkeit im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz -

Teil 4: Verfahren direkter Einspeisung der HF-Leistung

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 62132-4:2006. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 62132-4:2006. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.



© Český normalizační institut, 2006

77080

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

Národní předmluva

Informace o citovaných normativních dokumentech

IEC 61967-4 zavedena v ČSN 61967-4 (35 8798) Integrované obvody - Měření elektromagnetických emisí, 150 kHz až 1 GHz - Část 4: Měření emisí šířených vedením - Metoda s přímou vazbou 1 W/150 W (idt EN 61967-4:2002)

IEC 62132-1:2006 zavedena v ČSN EN 62132-1:2006 (35 8798) Integrované obvody - Měření elektromagnetické odolnosti, 150 kHz až 1 GHz - Část 1: Všeobecné podmínky a definice (idt EN 62132-1:2006)

IEC 61000-4-6 zavedena v ČSN EN 61000-4-6 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4: Zkušební a měřicí technika - Oddíl 6: Odolnost proti rušením šířeným vedením, indukovaným vysokofrekvenčními poli (idt IEC 1000-4-6:1996, idt EN 61000-4-6:1996)

CISPR 16-1-2:2003 zavedena v ČSN EN 55016-1-2:2005 (33 4210) Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušení šířené vedením (idt EN 55016-1-2:2004)

Informativní údaje z IEC 62132-4:2006

Mezinárodní norma IEC 62132-4 byla připravena subkomisí 47A: Integrované obvody, technické komise IEC 47: Polovodičové součástky.

Text této normy vychází z následujících dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
47A/733/FDIS	47A/741/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této normy je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato publikace byla navržena v souladu se Směrnicemi ISO/IEC, Část 2.

IEC 62132 se skládá z následujících částí, se společným názvem *Integrované obvody - Měření elektromagnetické odolnosti, 150 kHz až 1 GHz*:

Část 1: Všeobecné podmínky a definice

Část 2: Metoda dutiny (G-) TEM₁

Část 3: Metoda injekce velkého proudu (BCI)¹

Část 4: Metoda přímé injekce RF výkonu

Část 5: Metoda pracovní Faradayovy klece

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do konečného data vyznačeného na internetové adrese IEC <http://webstore.iec.ch> v termínu příslušejícímu dané publikaci. K tomuto datu bude publikace

- znovu potvrzena,

- zrušena,
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Vypracování normy

Zpracovatel: Anna Juráková, Praha, IČ 61278386, RNDr. Karel Jurák, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 102 Materiály a součástky pro elektroniku a elektrotechniku

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Antonín Plaček

1 Přípravuje se.

Strana 3

EVROPSKÁ NORMA	EN 62132-4
EUROPEAN STANDARD	
NORME EUROPÉENNE	
EUROPÄISCHE NORM	Květen 2006

ICS 31.200

Integrované obvody - Měření elektromagnetické odolnosti,
150 kHz až 1 GHz

Část 4: Metoda přímé injekce RF výkonu
(IEC 62132-4:2006)

Integrated circuits -

Measurement of electromagnetic immunity 150 kHz to 1 GHz

Part 4: Direct RF power injection method
(IEC 62132-4:2006)

Circuits intégrés -

Mesure de l'immunité électromagnétique
150 kHz à 1 GHz

Partie 4: Méthode d'injection directe de
puissance RF
(CEI 62132-4:2006)

Integrierte Schaltungen -

Messung der elektromagnetischen
Störfestigkeit

im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz
Teil 4: Verfahren direkter Einspeisung
der HF-Leistung
(IEC 62132-4:2006)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2006-02-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou

notifikuje Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Rumunska, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarska.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel

© 2006 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 62132-

4:2006 E

Strana 4

Předmluva

Text dokumentu 47A/733/FDIS budoucího 1. vydání IEC 62132-4, vypracovaný SC 47A, Integrované obvody, technické komise IEC TC 47, Polovodičové součástky byl předložen IEC-CENELEC k paralelnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 62132-4 dne 2006-02-01.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni
vydáním identické národní normy nebo vydáním
oznámení o schválení EN k přímému používání
jako normy národní (dop) 2006-12-01
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s EN v rozporu (dow) 2009-02-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 62132-4:2006 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Strana 5

Obsah

1	Rozsah platnosti	
		
		7
2	Citované normativní dokumenty	
		7
3	Termíny a definice	
		
		7
4	Všeobecně	
		
		7
4.1	Princip měření	
		
		7
4.2	Přímá injekce výkonu do jednoho vývodu.....	9
4.3	Přímá injekce výkonu do více vývodů v systémech se symetrickým režimem.....	9
5	Zkušební podmínky	
		
		10
6	Zkušební přístroj	
		
		10
6.1	Všeobecně	
		
		10
6.2	Zdroj RF výkonu	
		
		10
6.3	Měřič RF výkonu a směrový vazební	

prvek.....	10
7 Zkušební sestava	
.....	
.....	11
7.1 Všeobecně	
.....	
.....	11
7.2 Sestava pro injekci výkonu	
.....	
11	
7.3 Zkušební deska	
.....	
.....	11
7.4 Charakteristiky sestavy pro injekci výkonu.....	12
7.5 Oddělovací obvody	
.....	
.....	13
8 Zkušební postup	
.....	
.....	13
8.1 Všeobecně	
.....	
.....	13
8.2 Specifický zkušební postup	
.....	
13	
9 Protokol o zkoušce	
.....	
.....	14
Příloha A (informativní) Příklad specifikace úrovně odolnosti, například pro automobilové aplikace.....	15

Příloha B (informativní) Doporučení pro nejlepší provedení zkušební sestavy z pohledu RF.....	16
--	----

Příloha C (informativní) Výklad konstantní vrcholové zkušební úrovně.....	22
--	----

Bibliografie

.....	23
-------	----

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace s jejich příslušnými evropskými publikacemi	24
--	----

Obrázek 1 - Uspořádání zkušební sestavy pro přímou injekci.....	8
---	---

Obrázek 2 - Ilustrace principu injekce výkonu do jednoho vývodu.....	9
--	---

Obrázek 3 - Ilustrace principu injekce výkonu do více vývodů.....	10
---	----

Obrázek 4 - Příklad vedení z injekčního portu k vývodu DUT.....	12
---	----

Obrázek 5 - Příklad výsledku měření parametru S_{21} (první rezonance nad 1 GHz).....	13
---	----

Obrázek 6 - Vývojový digram zkušební postupu.....	14
---	----

Obrázek B.1 - Umístění konektoru na zkušební desce v blízkosti DUT.....	16
---	----

Obrázek B.2 - Příklad umístění konektoru při použití stínícího krytu, kdy se konektor umístí co nejblíže k DUT (případně může být doplněn seriový rezistor).....	17
--	----

Obrázek B.3 - Přístup k součástce DUT s mnoha vývody pomocí velké hlavní desky a desky specifické pro IC připojené pomocí pružných kontaktních vývodů.....	18
--	----

Obrázek B.4 - Oddělení DC napájení pro vývod s velkým proudem.....	18
--	----

Obrázek B.5 - Zkušební sestava s povinným blokovacím kondenzátorem.....	19
---	----

Obrázek B.6 - Rozvržení pro příklad DUT s povinným blokovacím kondenzátorem..... 19

Obrázek B.7 - Příklad zkušební sestavy se zátěží na zkušební sestavě..... 20

Strana 6

Strana

Obrázek B.8 - Příklad oddělovacího obvodu pro vysokoimpedanční vstup..... 20

Obrázek B.9 - Zakončení nezkoušených vývodů typickou impedancí pro napodobení přeslechových proudů..... 21

Obrázek B.10 - Příklad injekce výkonu do dvou vývodů použitím povinného zakončení vysokorychlostní sběrnice CAN
..... 21

Tabulka 1 - Parametry systému a IC ovlivňující odolnost..... 9

Tabulka A.1 - Příklad rozsahů úrovní odolnosti..... 15

Strana 7

1 Rozsah platnosti

Tato norma popisuje metodu měření odolnosti integrovaných obvodů (IC) za přítomnosti RF rušení šířených vedením, které jsou například výsledkem vyzařovaných RF rušení. Tato metoda zaručuje vysoký stupeň opakovatelnosti a korelace měření odolnosti.

Tato norma vytváří společnou základnu pro hodnocení polovodičových součástek používaných v zařízeních, které pracují v prostředí, která jsou vystavena nežádaným vysokofrekvenčním elektromagnetickým vlnám.

2 Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně všech změn).

IEC 61967-4 Integrated circuits - Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz - Part 4: Measurement of conducted emissions - 1 W/150 W direct coupling method

(Integrované obvody - Měření elektromagnetických emisí, 150 kHz až 1 GHz - Část 4: Měření emisí šířených vedením - Metoda s přímou vazbou 1 W/150 W)

IEC 62132-1:2006 Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 1: General conditions and definitions

(Integrované obvody - Měření elektromagnetické odolnosti, 150 kHz až 1 GHz - Část 1: Všeobecné podmínky a definice)

IEC 61000-4-6 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

(Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-6: Zkušební a měřicí technika - Odolnost proti rušením šířeným vedením indukovaným vysokofrekvenčními poli)

CISPR 16-1-2:2003 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus. Ancillary equipment. Conducted disturbances

(Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti. Pomocná zařízení. Rušení šířené vedením)

3 Termíny a definice

Pro účely tohoto dokumentu platí definice uvedené v IEC 62132-1.

4 Všeobecně

4.1 Princip měření

Minimální úroveň elektromagnetické odolnosti požadované pro IC závisí na maximální přípustné úrovni RF rušení, kterému může být vystaven elektronický systém. Hodnota úrovně odolnosti závisí na systému a aplikačně specifických parametrech. Pro zajištění vysokého stupně opakovatelnosti se požaduje stanovení vlivu rušení na IC, jednoduchý postup měření a měřicí sestava, pro kterou se nepřipouští rezonance. Princip zkoušení je následující.

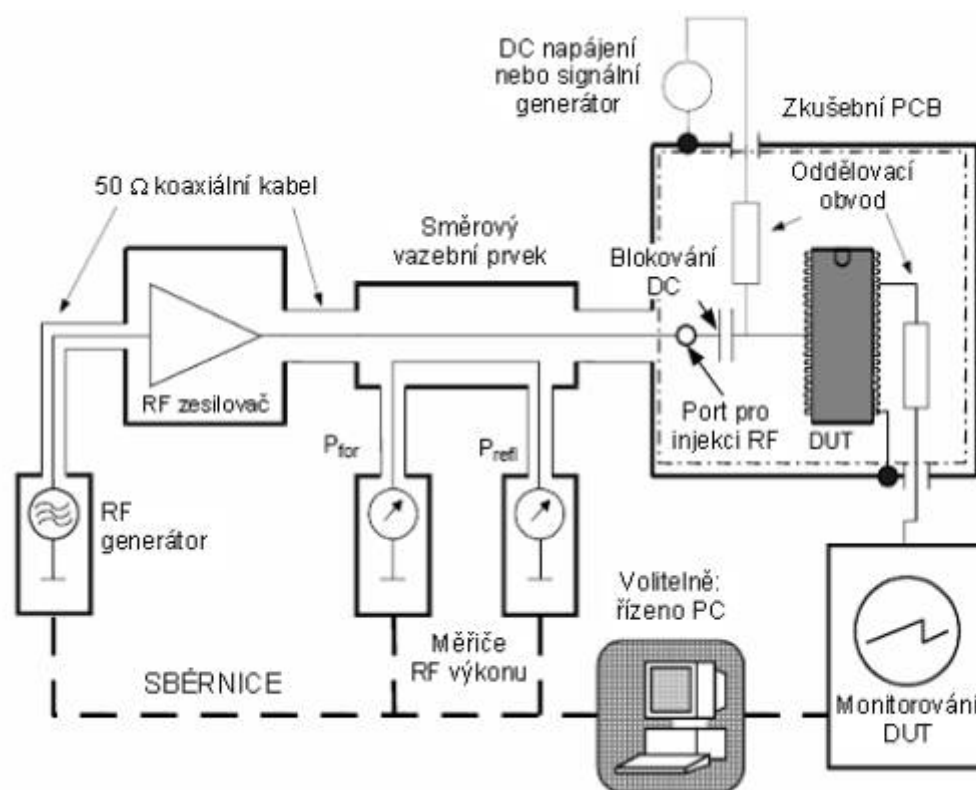
Největší rozměr v integrovaném obvodu má vývodový rámeček. Velikost vývodového rámečku je několik centimetrů nebo menší. Rozměry struktury na čipu jsou až o dva řády nižší než rozměry vývodového rámečku. Pro frekvenční rozsah menší než 1 GHz nemusí být tento vývodový rámeček a rovněž struktury na čipu brány jako účinné antény pro příjem nežádané RF energie. Účinné antény tvoří svazek kabelů a/nebo vodivé dráhy na desce s plošnými spoji. IC tedy přijímá nežádanou RF energii přes vývody připojené k vodičům takových kabelů. Z tohoto důvodu může být elektromagnetická odolnost IC charakterizována přiváděným RF rušením (např. RF dopředný výkon) místo parametrů pole, jak je běžné v případě zkoušení modulu a/nebo systému.

Pro zkoušení modulu a systému může být měřen nebo odhadnut dopředný výkon poskytovaný obvodu svazkem kabelů nebo vodivými drahami na desce s plošnými spoji (PCB), které působí jako antény. Tento výkon se považuje za dopředný výkon dodávaný do obvodu bez ohledu, zda bude odražen nebo

absorbován. Ve skutečnosti bylo pozorováno, že mnohé IC jsou nejcitlivější na rušení při značně velkých odrazech.

Toto je způsobeno skutečností, že v případě injektovaných RF proudů nebo přiváděných RF napětí dosahuje rušení nejvyšších možných hodnot. Pro stanovení charakteristik odolnosti IC se měří dopředný výkon, který způsobí selhání. Selhání může být klasifikováno od A do D, podle funkčních tříd definovaných v IEC 62132-1.

Obrázek 1 ukazuje základní uspořádání zkoušky, volitelně s automatickým řízením pomocí PC.



Vysvětlivky

P_{for} dopředný výkon

P_{refl} odražený výkon

Obrázek 1 - Uspořádání zkušební sestavy pro přímou injekci

RF generátor s proměnnou frekvencí poskytuje RF rušení, které je zesilováno připojeným RF zesilovačem. Směrový vazební prvek a měřič RF výkonu jsou použity pro měření skutečného dopředného výkonu injektovaného do zkoušené součástky (DUT). Přes port pro injekci RF se dodává RF výkon do desky s plošnými spoji (PCB). RF zesilovač je oddělen blokovacím kondenzátorem, aby se zabránilo pronikání DC do výstupu zesilovače. Pro zabránění vnikání RF výkonu do DC napájení se použije oddělovací obvod s velkou RF impedancí na straně, která je připojena k RF injekční cestě.

Pro monitorování chování součástky DUT se použije osciloskop nebo jiné monitorovací zařízení s funkcí vyhověla/nevyhověla. Pro oddělení přeslechu RF signálu součástky DUT od nízkofrekvenčního

měření prováděného osciloskopem se použije druhý oddělovací obvod. Pokud je to požadováno, může být měřicí zařízení řízeno počítačem.

Libovolná funkce uvnitř IC může být ovlivněna, dokonce i když není připojena ke zkoušenému vývodu. Tedy režim (režimy) činnosti IC musí být zvolen tak, aby v průběhu zkoušky byly použity všechny funkce IC.

Obvody IC jsou často použity v různých uspořádáních, která závisí na aplikaci. Aby se porozumělo vlivu každého jednotlivého vývodu, měl by být zkoušen každý jednotlivý vývod, o kterém se předpokládá, že na vývod bude působit RF rušení. Zkoušení více vývodů je přípustné do vývodů systémů se symetrickým režimem.

Dopředný výkon potřebný pro vyvolání selhání IC závisí na několika parametrech, jako jsou parametry uvedené v tabulce 1.

Strana 9

Tabulka 1 - Parametry systému a IC ovlivňující odolnost

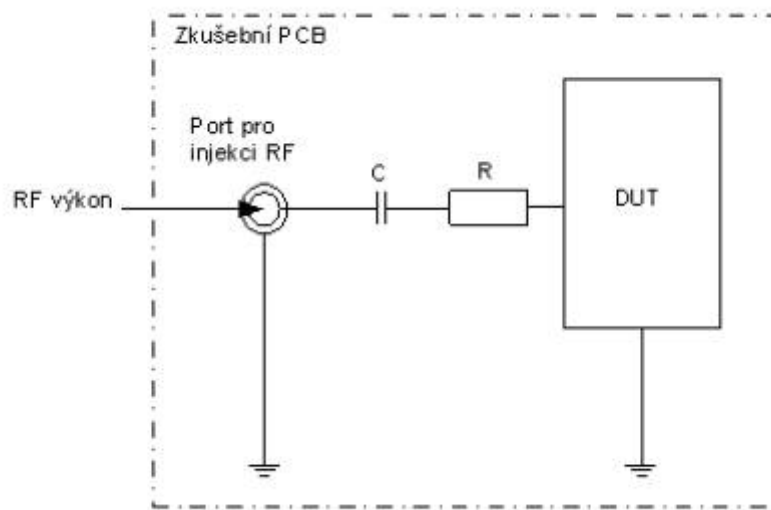
Parametry vztahující se k obvodu IC	Parametry vztahující se k modulu
Návrh obvodu Rozvržení čipu Způsob rozložení země/napájení uvnitř IC Přiřazení vývodů a návrh připojovacích drátků Pouzdro Technologie zpracování Obvody připojené k vývodu	Ochrana vývodu externími součástkami Režim činnosti IC Systém zemnění Rozvržení desky Impedance svazku vodičů a zátěž

Znalost odolnosti IC (nejvyšší dopředný výkon, který neovlivní funkci IC) dovoluje uživateli, aby rozhodl, zda potřebuje externí ochranné prostředky a jak velké úsilí musí vynaložit do externí ochrany.

4.2 Přímá injekce výkonu do jednoho vývodu

Pro nejvyšší selektivitu zkoušky je RF výkon injektován přímo do jednoho vývodu obvodu IC, přes port pro injekci RF (viz obrázek 2). Pro blokování DC může být použit kondenzátor a pro omezení proudu může být použit rezistor. Standardně může být zvolena hodnota kondenzátoru 6,8 nF, jak je uvedeno v IEC 61967-4. Standardně může být zvolena hodnota rezistoru 0 W. Pokud to funkce vyžaduje, mohou být zvoleny jiné hodnoty až do 100 W. Zvolené hodnoty R a C musí být uvedeny v protokolu o zkoušce.

POZNÁMKA Jestliže sériový rezistor má hodnotu 0 W, bude každý vstup nebo výstup součástky DUT zatěžován hodnotou 50 W systému pro injekci RF výkonu.

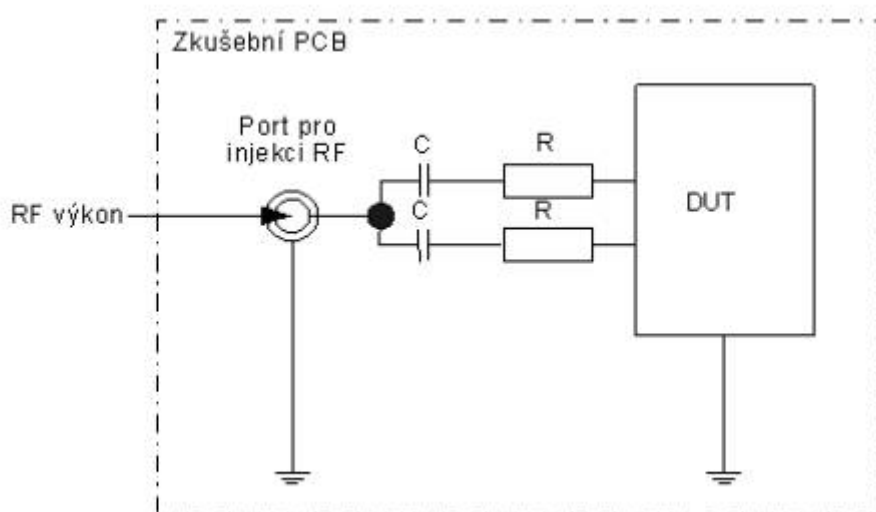


Obrázek 2 - Ilustrace principu injekce výkonu do jednoho vývodu

4.3 Přímá injekce výkonu do více vývodů v systémech s symetrickým režimem

Jestliže jsou k přenosu informace použity dva nebo více vývodů symetrického signálu v analogové nebo digitální formě, pak pro zkoušení odolnosti proti soufázovému rušení analogových nebo digitálních systémů může být použita přímá injekce RF výkonu do více vývodů (viz obrázek 3). Článek B.6 uvádí příklad sběrnice CAN. Zkoušení injekcí do více vývodů zanedbává důsledky závislosti fáze v symetrickém režimu.

Strana 10



Obrázek 3 - Ilustrace principu injekce výkonu do více vývodů

5 Zkušební podmínky

Všeobecné zkušební podmínky jsou specifikovány v IEC 62132-1. Další zkušební podmínky jsou specifikovány v následujících odstavcích.

Zkušební úroveň dopředného výkonu závisí na aplikaci součástky DUT a na zkoušeném vývodu. Maximální úroveň dopředného výkonu nemodulovaného RF signálu pro zkoušení externě nechráněného vývodu IC může být přibližně až 5 W (37 dBm). Jestliže je vývod IC určen pro činnost s externí ochranou, může být maximální úroveň dopředného výkonu snížena (viz příklad v příloze A).

Pro zkoušení DUT musí být použity signály bez modulace a/nebo s amplitudovou modulací (AM), podle dohody s uživateli. Standardně se doporučuje signál s modulací AM 1 kHz, 80 %. Pokud se použije jiná modulace, musí být uvedena v protokolu o zkoušce.

Jestliže je použit AM signál, musí být vrcholová hodnota výkonu stejná jako pro CW (konstantní vrcholová zkušební úroveň, viz informativní přílohu C).

6 Zkušební přístroj

6.1 Všeobecně

Přístroj pro tuto metodu musí odpovídat IEC 62132-1 a následujícím článkům.

6.2 Zdroj RF výkonu

Zdroj RF výkonu sestává z generátoru RF signálu a zesilovače RF výkonu a musí být schopen poskytovat dostatečný výkon, dokonce i do nepřizpůsobené zátěže. Doporučuje se použít zesilovač s větším výkonem (10 W až 50 W) než je potřebné pro maximální dopředný výkon (např. 5 W). Výstupní impedance výkonového zdroje pro absorbování odražených vln musí být 50 W (doporučený poměr napětí stojatých vln VSWR < 1,2). Jestliže zesilovač nemá tuto impedanci, pak pro přizpůsobení musí být mezi zesilovačem a přenosové vedení umístěn útlumový článek. Rušivé vyzařování zdroje RF výkonu musí být alespoň 20 dB pod úrovní nosné. Musí být možné použít amplitudovou modulaci. Maximální úroveň závisí na aplikaci součástky DUT a na zkoušeném vývodu.

6.3 Měřič RF výkonu a směrový vazební prvek

Hodnota VSWR směrového vazebního prvku musí být pro příslušný frekvenční rozsah menší než 1,15. Pro měření výkonu v průběhu modulace se doporučuje použít měřič výkonu, který umožňuje měření vrcholové obálky.

7 Zkušební sestava

7.1 Všeobecně

Na obrázku 1 je ukázána celková zkušební sestava, která obsahuje sestavu pro injekci a měření výkonu, součástku DUT na zkušební PCB, oddělovací obvody, zařízení pro monitorování DUT a řídicí jednotku zkoušky. Princip měření je popsán ve 4.1.

7.2 Sestava pro injekci výkonu

Sestava pro injekci výkonu sestává ze dvou částí. První část se nenachází na zkušební desce; jde o externí periferní komponenty ke zkušební desce se součástkou DUT, které obsahují:

- zdroj RF výkonu (RF generátor, zesilovač, a pokud je nutný, útlumový členek pro přizpůsobení),
- koaxiální kabely,
- RF konektory,
- směrový vazební člen s měřicí hlavou pro dopředný výkon.

Druhá část sestavy pro injekci výkonu je umístěna přímo na zkušební desce a obsahuje:

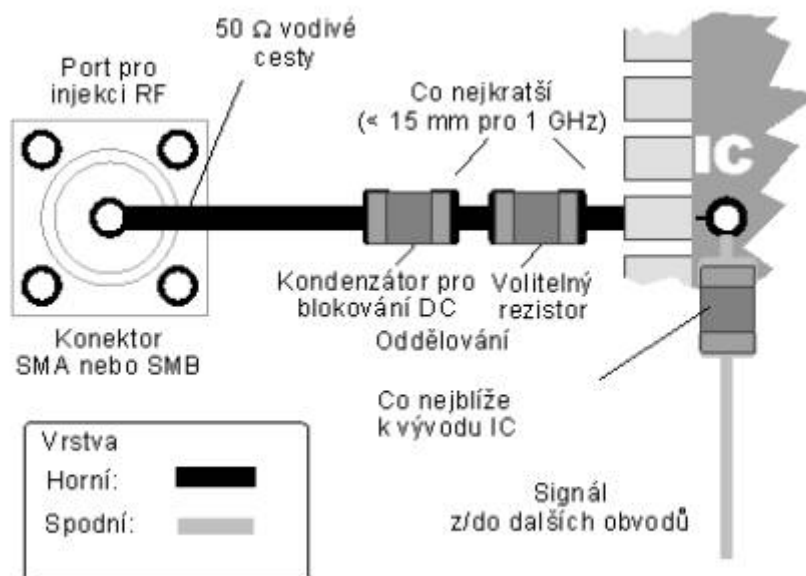
- port pro injekci RF pro připojení koaxiálních kabelů a přenosové vedení na PCB,
- spojení od konce přenosového vedení (port pro injekci RF) přes blokování DC do DUT,
- obvody DC napájení připojené ke zkoušenému vývodu.

Tato sestava pro injekci nemá zřejmě přizpůsobené zakončení. Vysoké procento výkonu dodávané do DUT může být odraženo z důvodu, že se IC nechová jako 50 W zakončení. Přizpůsobení impedance DUT používající ztrátový obvod by vedlo spíše k měření ztrátového výkonu přizpůsobovacího obvodu než k měření výkonu dodávaného do DUT. Výkon odražený součástkou DUT by neměl být znovu odražen do DUT nesprávnou hodnotou impedance někde jinde v sestavě pro injekci výkonu. Tedy i sestava pro injekci výkonu, která se nenachází na zkušební desce, se musí chovat jako 50 W systém. Toto vede k sadě doporučených parametrů zkušební desky, zkušební sestavy a komponent, které patří do zkušební sestavy.

7.3 Zkušební deska

Pro zkoušky odolnosti je velmi vhodné použití desky s plošnými spoji se společnou RF zemnicí rovinou. Součástka DUT by měla být umístěna na zkušební desce bez patice, protože většina patic má značné indukčnosti, které mohou ovlivnit zkoušku (například 10 nH při 1 GHz představuje $XL = 63 \text{ W}$).

Hlavním cílem této normy je pouze zkoušení odolnosti součástky DUT. Musí být tedy odstraněny všechny externí ochranné komponenty součástky DUT, pokud není absolutně povinné použití těchto externích součástek pro dosažení správné funkce IC (blokovací kondenzátory, časovací kondenzátory atd.). Povinné blokování značí, že součástka nemůže být odstraněna bez ohrožení správné funkce IC. Takové povinné blokování musí být umístěno přímo na IC a musí být bráno, jako by bylo jeho součástí. Všechny blokovací komponenty, které jsou povinné pro aplikaci, musí být uzemněny na stejnou zemnicí rovinu. Zpětné cesty povinné blokovací komponenty součástky DUT nebo stínění přenosového vedení by neměly mít štěrbiny.



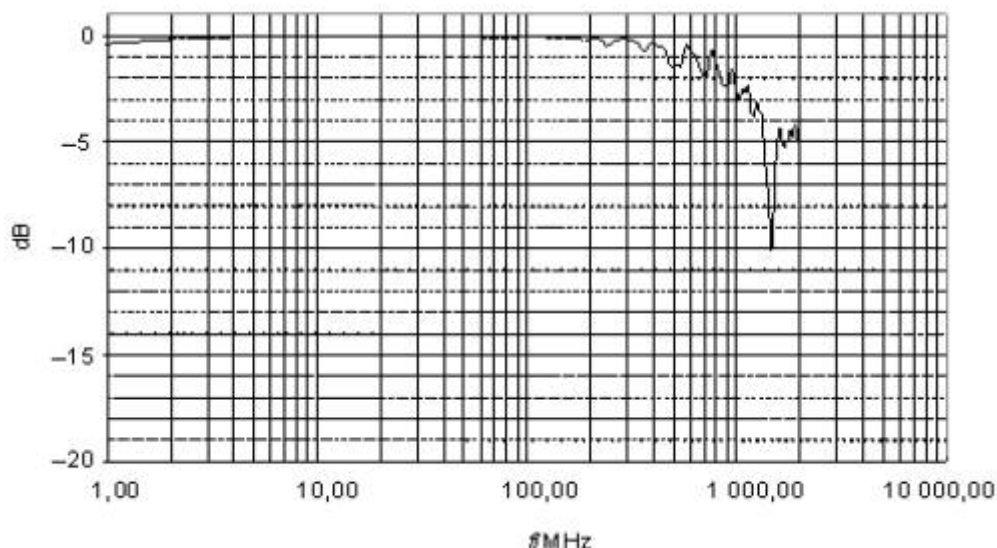
Obrázek 4 - Příklad vedení z injekčního portu k vývodu DUT

Cesta z konektoru portu pro injekci RF k DC blokovacímu kondenzátoru se musí chovat jako 50 W přenosové vedení (viz příklad na obrázku 4). Konec přenosového vedení u vývodu DUT by měl být co nejkratší. Rozumná je délka cesty rovná 1/20 nejkratší vlnové délky. Výhodné jsou kratší délky cesty. Zemnicí rovina nesmí mít štěrby ve zpětné cestě RF, které přesahují 1/20 nejkratší vlnové délky. Pro dosažení spolehlivé zemnicí reference musí být co nejnižší impedance mezi zemnicím vývodem (vývody) DUT a stíněním libovolného přenosového vedení, které dodává RF signál. Pro minimalizaci impedance uzemňovacích spojů se tedy doporučuje použití zemnicí roviny na PCB. RF oddělování by mělo být co nejblíže u vývodu, do kterého se provádí injekce RF výkonu.

Pro případy, kdy není možné dodržet uvedená pravidla pro sestavu pro injekci výkonu, musí být použitá sestava dostatečně popsána v protokolu o zkoušce.

7.4 Charakteristiky sestavy pro injekci výkonu

Pro stanovení charakteristik sestavy pro injekci výkonu se nahradí IC správným 50 W portem a měří se parametr S_{21} z portu pro injekci RF k plošce specifikovaného vývodu IC v 50 W systému. Parametr S_{21} musí být v použitém frekvenčním rozsahu přibližně konstantní, bez jakékoli rezonance (viz příklad na obrázku 5). Připouští se maximální odchylka 3 dB.



Obrázek 5 - Příklad výsledku měření parametru S_{21} (první rezonance nad 1 GHz)

POZNÁMKA Pro všechna měření, která charakterizují sestavu pro injekci výkonu, by všechny komponenty, které jsou přímo připojeny k vazební cestě (např. filtr pro zdroj napájení nebo zátěže) měly být umístěny na PCB.

Pro stanovení charakteristik vazební cesty pro injekci výkonu do více vývodů by měla být každá vazební cesta měřena samostatně a ostatní plošky by neměly být připojeny.

7.5 Oddělovací obvody

Pro napájení DUT do vývodu, na který je přiváděn RF výkon a pro měření DC chování DUT při působení RF, musí být použit obvod pro DC napájení. Impedance tohoto DC obvodu při zkušebních frekvencích by měla být $\geq 400 \text{ W}$ (příklad je uveden v článku B.4). DC rezistance závisí na požadavcích aplikace.

Obvod pro DC napájení může být rovněž připojen k injekční cestě mimo desku s plošnými spoji.

Pro minimalizaci vlivu nepřizpůsobení v obou případech musí být spojení z vysokoimpedančního oddělovacího obvodu pro DC napájení k injekční cestě kratší než $l/20$ pro nejvyšší zkušební frekvenci (např. kratší než 15 mm pro 1 GHz).

Jak lze vidět na obrázku 1, měly by být rovněž další funkční a pomocné signály připojeny přes oddělovací obvody, z důvodu ochrany pomocných přístrojů. Oddělovací obvod by měl mít pro rozsah zkušebních frekvencí impedanci $\geq 400 \text{ W}$. V závislosti na aplikaci může toto splňovat jediný rezistor.

Dále může být vazba a oddělování RF od funkčních a pomocných signálů součástky DUT rovněž kombinováno do vazební oddělovacího obvodu (CDN). Takový obvod CDN pro soufázovou injekci do vedení symetrického signálu může mít formu „Asymetrického umělého obvodu“ (AAN) nebo T-obvodu, příklad je uveden v CISPR 16-1-2. V závislosti na aplikaci se může impedance takového obvodu odchylovat od doporučené hodnoty $\geq 400 \text{ W}$. Musí to však být uvedeno v protokolu o zkoušce. Další informace o typech CDN je rovněž uvedena v IEC 61000-4-6.

8 Zkušební postup

8.1 Všeobecně

Zkušební postup musí být ve shodě s požadavky IEC 62132-1 a následujícími požadavky.

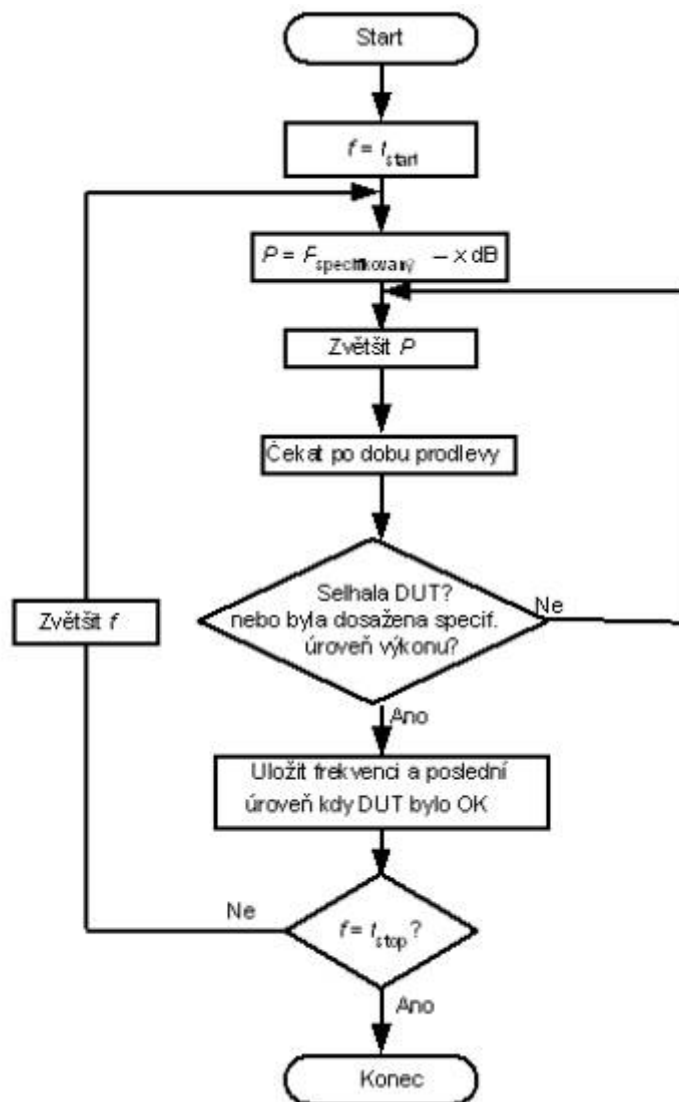
8.2 Specifický zkušební postup

Při tomto zkušebním postupu je DUT zkoušena posloupností frekvenčních kroků a kroků zkušebních úrovní. Obrázek 6 ukazuje vývojový diagram příkladu specifické posloupnosti injekce RF výkonu.

Strana 14

Pro každou příslušnou frekvenci, bude dopředný výkon dodávaný do DUT začínat na nízkých úrovních, např. 20 dB pod úrovní dopředného výkonu specifikovaného pro zkoušku. Úroveň může být pak zvyšována po krocích, dokud nedojde k selhání nebo se nedosáhne specifikované úrovně dopředného výkonu. Každá úroveň výkonu musí být udržována dostatečně dlouho (doba prodlevy), aby se umožnila reakce IC (např. jestliže DUT zahrnuje časovací funkce). Doporučený standardní krok výkonové úrovně může být 0,5 dB. Standardní frekvenční krok a doba prodlevy jsou definovány v IEC 62132-1.

Navíc, úrovně výkonu mohou začínat na specifikované úrovni dopředného výkonu. Úroveň se snižuje po krocích, dokud se nedosáhne správné funkce nebo minimální úrovně dopředného výkonu. Tento postup snižuje celkové trvání zkoušky, zejména pro velmi odolné DUT.



Obrázek 6 - Vývojový digram zkušební postupu

9 Protokol o zkoušce

Protokol o zkoušce musí odpovídat IEC 62132-1.

Strana 15

Příloha A (informativní)

Příklad specifikace úrovně odolnosti, například pro automobilové aplikace

A.1 Všeobecně

Cílem této přílohy je navrhnout, jak nalézt zkušební úroveň pro zkoušení odolnosti. Vychází se ze zkušenosti, specifikováním úrovně odolnosti polovodičových součástek používaných v automobilových aplikacích.

Úroveň odolnosti závisí na specifické aplikaci a na zvolené metodě zkoušení. Uživatel normy by měl pečlivě zvolit nezbytnou prahovou úroveň odolnosti, aby se vyhnul nadměrnému zkoušení a nadměrným nákladům. Výrobce polovodičových součástek pro automobilové aplikace by měl zvolit prahovou úroveň pro vývoj svých výrobků, která je dostatečně velká, aby dosáhla automobilových požadavků. Úroveň odolnosti polovodičových součástek by měla být součástí výrokové specifikace takových součástek.

Výrobci elektronických řídicích jednotek pro automobilové aplikace a polovodičových součástek používaných v takových aplikacích by měli těsně spolupracovat, aby definovali efektivní řešení pro dosažení nezbytné odolnosti ve vozidlech.

A.2 Příklad úrovní odolnosti

Nezbytná zkušební úroveň závisí na aplikaci integrovaného obvodu a na vývodu IC, který má být zkoušen. V závislosti na možném filtrování a oddělování od rušivého signálu by měly být použity různé zkušební úrovně. Tyto okolnosti by měly být popsány jako ochranné zóny a úrovně výkonu odpovídající těmto zónám. Tabulka A.1 navrhuje ochranné zóny, úroveň výkonu a ukazuje příklady polovodičových součástek. Tabulka A.1 ukazuje úroveň výkonu CW signálů. AM signály by měly mít stejné hodnoty špička-špička jako CW signály:

Tabulka A.1 - Příklad rozsahů úrovní odolnosti

Zóna	Výkon dBm	Výkon W	Součástka s externí ochranou pomocí	Příklady součástek
1	30...37	1...5	ničeho nebo pouze malého kondenzátoru jako filtru	přepínače na vysokoúrovňové straně (<i>high side</i>), obvody výkonového napájení, sběrnicové vysílače-přijímače pro buzení svazku vodičů (např. CAN, LIN)
2	20...27	0,1...0,5	L-, R-, C- filtru typu dolní propust	součástky pro úpravu signálu, senzorové obvody ABS, budiče komunikačních linek
3	10...17	0,01...0,05	žádné přímé vazby na prostředí, oddělení pomocí umístění	mikrořadiče, paměti

Úroveň výkonu nemá pevnou hodnotu, protože závisí na aktuální aplikaci a může se značně měnit použitím krytu, umístěním na PCB, počtem vodičů k jednotce atd.

Závislost výkonu na frekvenci pozorovaná zkušební jednotkou není nezbytná, protože závislost amplitudy filtrovacího prvku je přibližně opačná než průběh vazby jednotky. V závislosti na nezbytném průběhu frekvence polovodičové součástky mohou být definovány frekvenční rozsahy pro úroveň zkušební výkonu.

Příloha B (informativní)

Doporučení pro nejlepší provedení zkušební sestavy z pohledu RF

B.1 Úvod

Tato informativní příloha uvádí příklady implementace hardware pro zkoušky odolnosti.

B.2 Všeobecně

Základním přístupem je přivádění injektovaného RF co nejblíže ke zkoušené součástce bez opuštění systému 50 W přenosového vedení. Toho může být dosaženo dvěma způsoby:

- a) použitím co nejmenší desky a umístěním konektoru přenosového vedení co nejblíže k součástce;

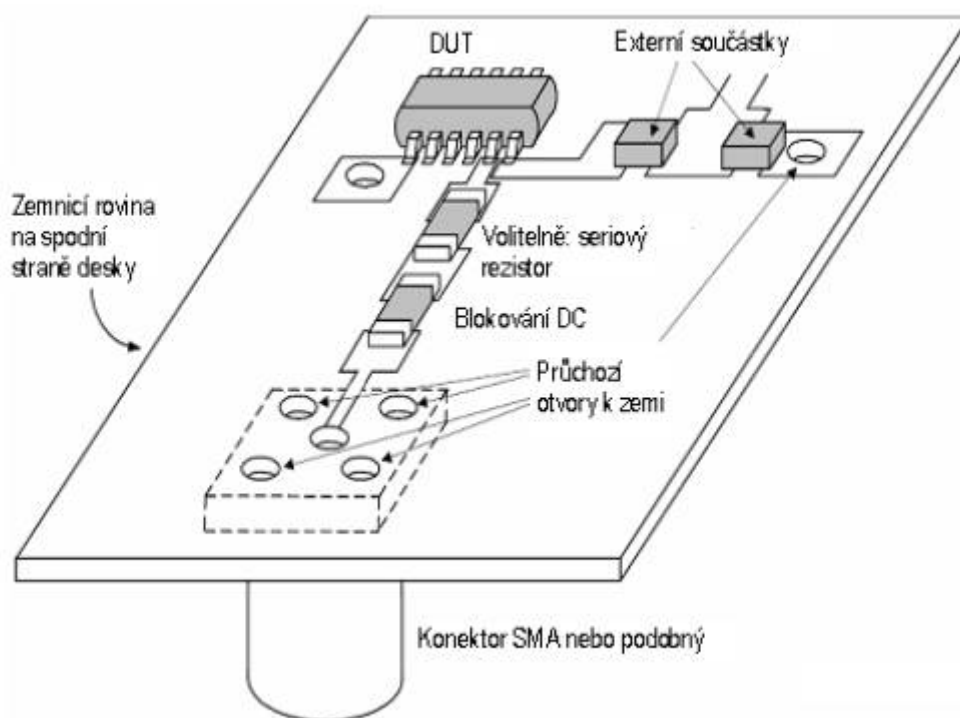
POZNÁMKA „Co nejmenší“ značí menší než $l/20$ pro nejvyšší zkušební frekvenci (např. kratší než 15 mm pro 1 GHz).

- b) použitím velké desky s vodivými cestami na desce, které mají charakter přenosových vedení, opět s impedancí 50 W, aby se udržoval celkový poměr VSWR menší než 1,2. Mělo by být zabráněno přeslechovým polím (*jumper fields*) mikropásků z důvodu nespojitosti v impedanci, které způsobují vícenásobné odrazy (rezonance).

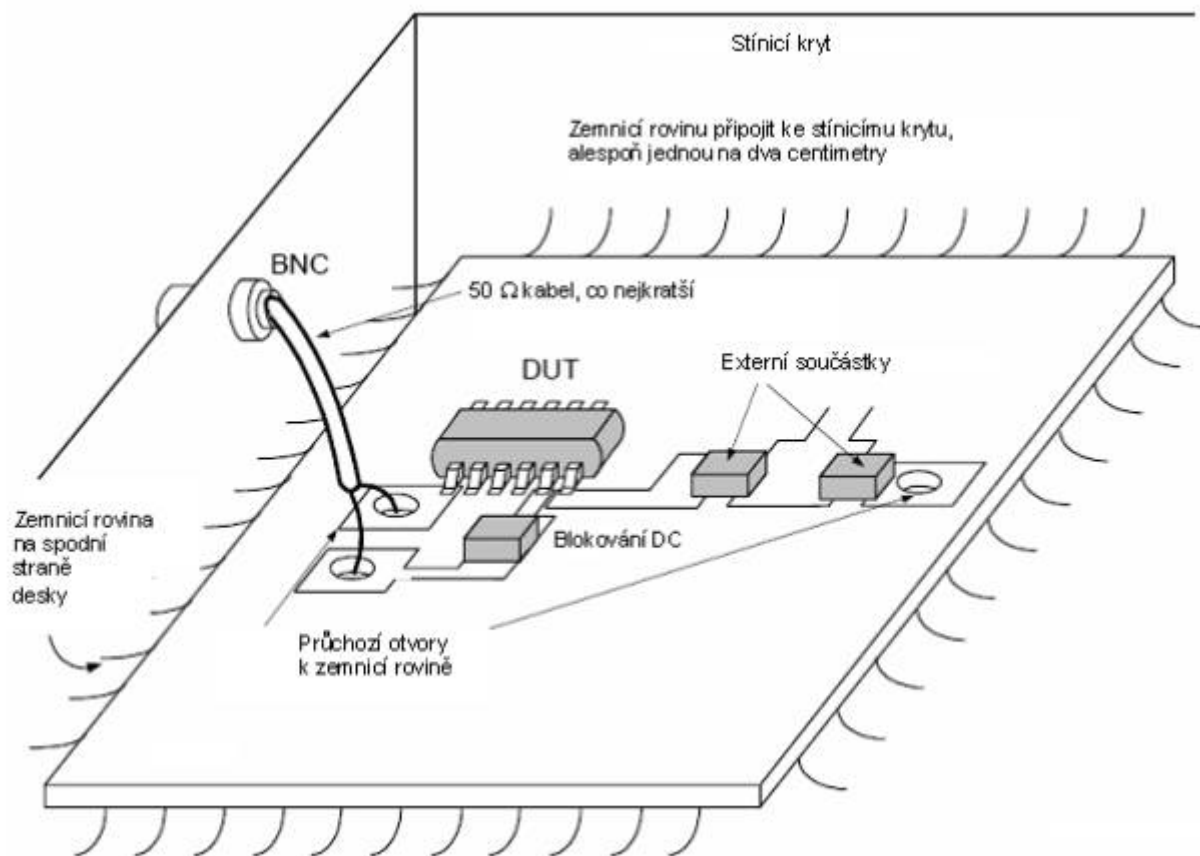
Případ a) může být použit pro obvody IC s malým počtem vývodů, kdežto případ b) je vhodný pro zkoušení obvodů IC s velkým počtem vývodů. Použije-li se případ b), může zkušební sestava sestávat z běžné desky s proužkovým vedením na desce, specifické pro aplikaci IC.

B.3 Technika propojování

V případě B.2 a) může být konektor pro koaxiální kabel umístěn na desce (obrázek B.1) nebo co nejblíže ke zkušební desce (obrázek B.2).

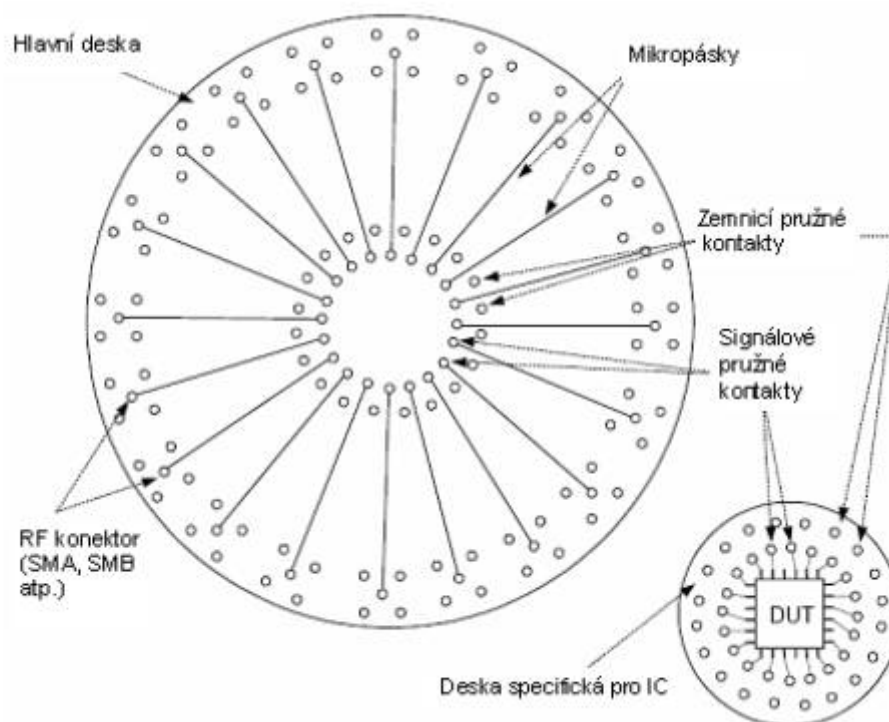


Obrázek B.1 - Umístění konektoru na zkušební desce v blízkosti DUT



Obrázek B.2 - Příklad umístění konektoru při použití stínicího krytu, kdy se konektor umístí co nejblíže k DUT (případně může být doplněn sériový rezistor)

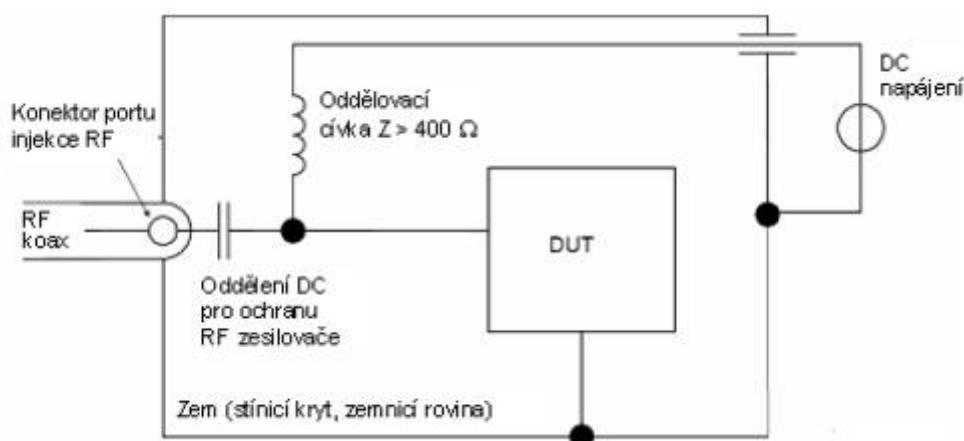
V případě B.2 b) může být deska specifická pro IC připojena k mikropáskům velké hlavní desky pomocí pružných kontaktních vývodů. Připojení k zemi je poskytováno vnitřním prstencem pružného kontaktního vývodu, aby se zabránilo významným mezerám mezi zemnicí rovinou hlavní desky a zemnicí rovinou desky specifické pro IC. Vnější prstenec pružného kontaktního vývodu je určen pro připojení RF signálů z hlavní desky na desku specifickou pro IC, jak je ukázáno na obrázku B.3.



Obrázek B.3 - Přístup k součástce DUT s mnoha vývody pomocí velké hlavní desky a desky specifické pro IC připojené pomocí pružných kontaktních vývodů

B.4 Obvody stejnosměrného napájení a sond

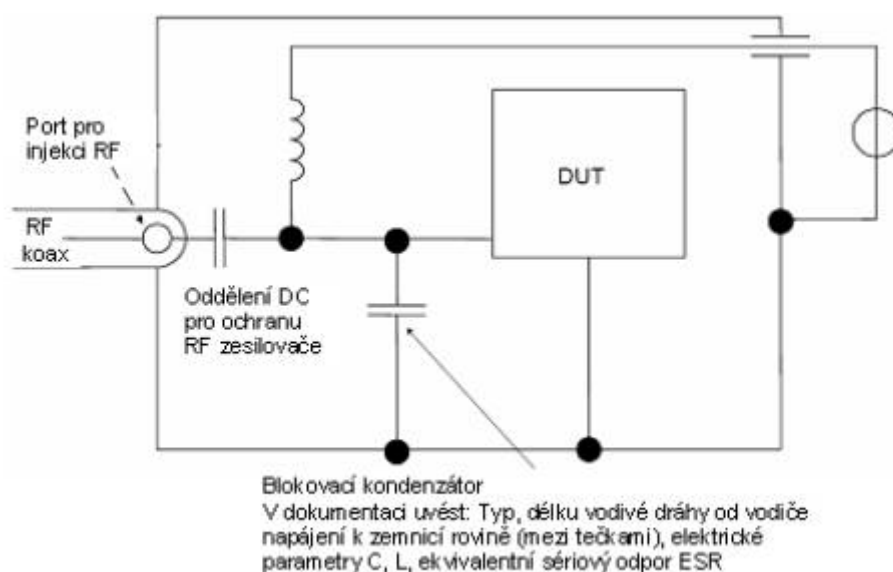
Pro zkoušení napájecích vývodů musí být RF odděleno od DC napájení. V případě vývodu s velkým proudem může být oddělení dosaženo pomocí cívky, jak je ukázáno na obrázku B.4.



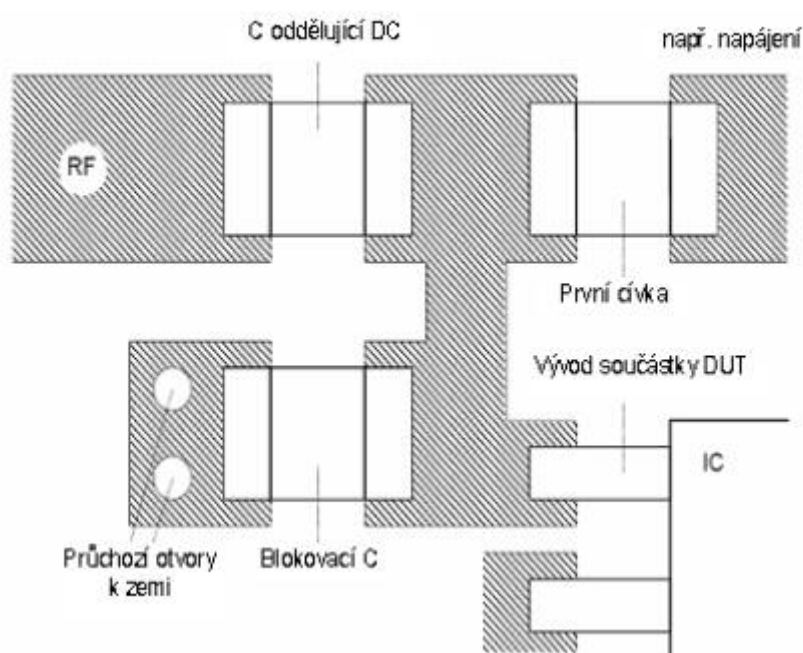
Obrázek B.4 - Oddělení DC napájení pro vývod s velkým proudem

Obvykle jedna cívka nebo tlumivka nepokrývá celý frekvenční rozsah. Tedy součástka zobrazená na obrázku B.4 jednou cívku může prakticky sestávat z několika cívek a/nebo tlumivek v sérii, přičemž součástka s nejmenší indukčností je nejbližší k DUT. Pro napájecí vývody, kde jsou blokovací kondenzátory absolutně povinné, se zkouška provádí s kondenzátorem.

V případě použití kondenzátoru musí být dokumentován jeho typ, hodnota a rozvržení (délka vodivé cesty atd.). Pokud je to možné, měl by být použit stejný kondenzátor jako v reálné aplikaci. Obrázek B.5 ukazuje schéma takové sestavy a obrázek B.6 ukazuje možné rozvržení na desce.



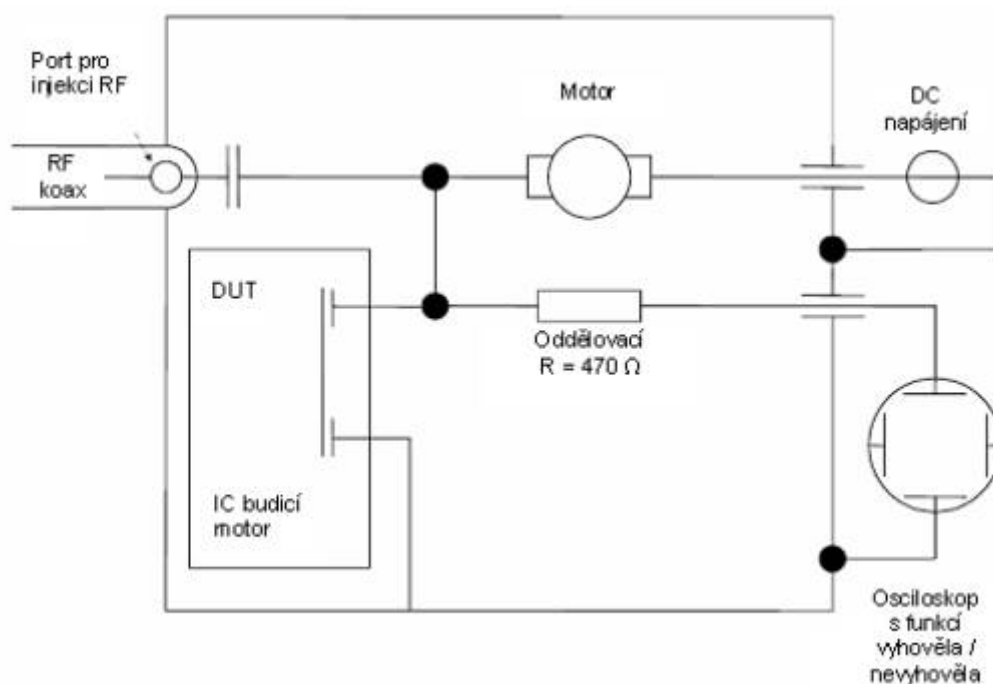
Obrázek B.5 - Zkušební sestava s povinným blokovacím kondenzátorem



POZNÁMKA Blokovací kondenzátor ve zkušební sestavě by měl být na stejné straně PCB jako v reálné aplikaci.

Obrázek B.6 - Rozvržení pro příklad DUT s povinným blokovacím kondenzátorem

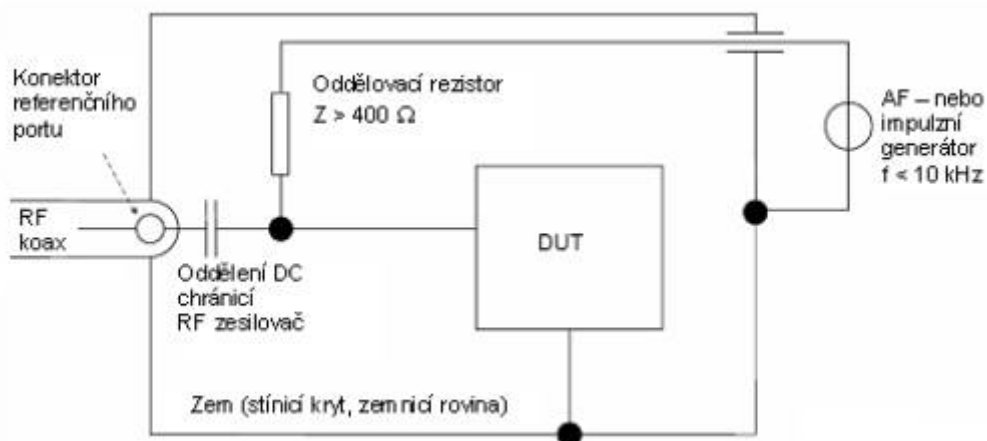
Jestliže je známa zátěž výkonového výstupu, může být tato přidána do zkušební sestavy, jak je ukázáno pro budič motoru na obrázku B.7.



Obrázek B.7 - Příklad zkušební sestavy se zátěží na zkušební sestavě

Zde je výstup namáhán RF rušením a současně je monitorována správná funkce. Velký proud, který protéká zátěží, nemusí být oddělován pomocí indukčního filtru. Musí tedy být oddělena pouze vysokorezistivní sonda použitá pro monitorování obvodu. Jelikož protékající proud je malý, může být použit prostý rezistor s hodnotou 470 W (nebo více).

Vysokoimpedanční vstup může být napájen přes rezistor, podobně jako je ukázáno na obrázku B.8.



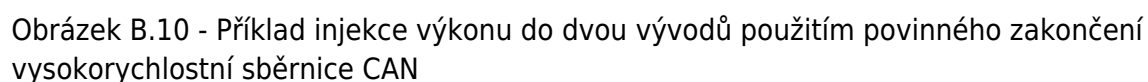
Obrázek B.8 - Příklad oddělovacího obvodu pro vysokoimpedanční vstup

V každém případě by měla být vodivá cesta od cesty přenášející RF k oddělovacímu obvodu co nejkratší (několik milimetrů), aby se zabránilo odrazům na volných koncích vodičů.

B.5 Vývody, na které není přiváděno RF

V praktických aplikacích vyvolá přeslech uvnitř IC protékání RF proudu do vývodů, které nejsou přímo

Strana 21



Příloha C (informativní)

Výklad konstantní vrcholové zkušební úrovně

Tato příloha vysvětluje princip konstantní vrcholové zkušební úrovně, obdobně jako je uvedeno v příloze B z ISO 11452-1.

Základním požadavkem je, že vrcholová zkušební úroveň výkonu musí být simulována vrcholovým výkonem v reálné aplikaci součástky DUT. Jestliže je tedy použita modulace AM zkušebního signálu, musí mít simulovaný vrcholový výkon $P_{AM\ peak}$ stejnou hodnotu jako vrcholový výkon nemodulovaného signálu $P_{CW\ peak}$, bez ohledu na modulační index m .

$$P_{AM\ peak} = P_{CW\ peak}$$

Korelace mezi středním výkonem P_{AM} a P_{CW} je odvozena v ISO 11452-1.

$$P_{AM} = P_{CW} \times \frac{2 + m^2}{2(1 + m)^2}$$

Například:

Pro 80% modulaci AM ($m = 0,8$) je výsledek

$$P_{AM} = 0,407 \cdot P_{CW}$$

Bibliografie

ISO 11451-1:2005 *Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 1: General and definitions*

ISO 11451-2:2005 *Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 2: Off-vehicle radiation sources*

ISO 11451-3:1994 *Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Vehicle test methods - Part 3: On-board transmitter simulation (available in English only)*

ISO 11451-4:1995 *Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Vehicle test methods - Part 4: Bulk current injection (BCI) (available in English only)*

ISO 11452-1:2005 *Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 1: General and definitions*

ISO 11452-2:2004 *Road vehicles - Electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Component test methods - Part 2: Absorber-lined chamber (available in English only)*

ISO 11452-3:2001 *Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 3: Transverse electromagnetic mode (TEM) cell*

ISO 11452-4:2005 *Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 4: Bulk current injection (BCI)*

ISO 11452-5:2002 *Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrow-band radiated electromagnetic energy - Part 5: Stripline*

ISO 11452-7:2003 *Road vehicles - Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy - Part 7: Direct radio frequency (RF) power injection*

ISO 11898-1:2003 *Road vehicles - Controller area network (CAN) - Part 1: Data link layer and physical signalling*

Strana 24

Příloha ZA (normativní)

Normativní odkazy na mezinárodní publikace s jejich příslušnými evropskými publikacemi

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

POZNÁMKA Pokud byla mezinárodní publikace upravena společnou modifikací, vyznačenou pomocí (mod), používá se příslušná EN/HD.

<u>Publikace</u>	<u>Rok</u>	<u>Název</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Rok</u>
IEC 61000-4-6	- ¹⁾	Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 4-6: Zkušební a měřicí technika - Odolnost proti rušením šířeným vedením indukovaným vysokofrekvenčními poli	-	-
IEC 61967-4 2002 ²⁾	- ¹⁾	Integrované obvody - Měření elektromagnetických emisí, 150 kHz až 1 GHz - Část 4: Měření emisí šířených vedením - Metoda s přímou vazbou 1W/150 W)	EN 61967-4	
IEC 62132-1 2006	2006	Integrované obvody - Měření elektromagnetické odolnosti, 150 kHz až 1 GHz - Část 1: Všeobecné podmínky a definice	EN 62132-1	
CISPR 16-1-2 2004	2003	Specifikace přístrojů a metod pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Část 1-2: Přístroje pro měření vysokofrekvenčního rušení a odolnosti - Pomocná zařízení - Rušení šířené vedením	EN 55016-1-2	

1) Nedatovaný odkaz.

2) Platné vydání k tomuto datu.

-- Vynechaný text --